

## PENGARUH JENIS PELARUT PADA PENGAMBILAN MINYAK ATSIRI DAUN KELOR DENGAN METODE *ULTRASONIC ASSISTED EXTRACTION*

Nur Hidayati<sup>1</sup>, Deavita Khaerunisa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: [nur.hidayati@ums.ac.id](mailto:nur.hidayati@ums.ac.id)

### Abstrak

Tanaman kelor merupakan salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri. Minyak atsiri daun kelor dapat digunakan sebagai bahan pembuatan sabun, lilin, plastik, dan kosmetik karena pada minyak atsiri daun kelor terdapat kandungan asam stearat, dan minyak atsiri daun kelor digunakan sebagai precursor sintesis vitamin E dan vitamin K1. Selama ini untuk pengambilan minyak atsiri di Indonesia sebagian besar menggunakan cara konvensional. Pada penelitian ini, pengambilan minyak atsiri daun kelor akan menggunakan metode modern yaitu ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik dengan variabel yang digunakan jenis pelarut (akuades dan etanol) dan waktu ekstraksi 90 menit. Respon yang diamati adalah rendemen komponen dan karakteristik minyak atsiri daun kelor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pelarut mempengaruhi rendemen komponen dan karakteristik minyak atsiri daun kelor.

**Kata kunci:** Daun kelor, minyak atsiri, etanol, ekstraksi

### Pendahuluan

Minyak atsiri dikenal dengan nama eteris atau minyak terbang (*volatile oil*), minyak esensial, serta minyak aromatik yang di hasilkan tanaman. Minyak ini mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi dan mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai tanaman penghasilnya (Erinda, 2009). Banyak sumber minyak atsiri yang berasal dari Indonesia, salah satunya adalah tanaman kelor (Zhao and Zhang, 2013).

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi di daerah berpasir atau sepanjang sungai. Daun kelor berbentuk bulat telur dengan tepi daun rata dan ukurannya kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. (Ramdhan, 2015). Daun kelor bertindak sebagai sumber antioksidan alami yang baik karena adanya berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam askorbat, flavonoid, fenolik dan karotenoid. Kehadiran dua flavonoid dengan kemampuan antioksi dan terbukti dapat memberikan nilai tambah untuk minyak atsiri, karena sifatnya berpotensi anti kanker (Marrufo *et al.*, 2013).

Minyak atsiri dari daun kelor banyak dimanfaatkan pada industri farmasi karena memiliki sifat biologis yang berguna seperti anti hipertensi, anti jamur, anti tumor dan anti kanker (Zhao and Zhang, 2013). Kemudian minyak atsiri daun kelor dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan sabun, lilin, plastik, dan kosmetik karena pada minyak atsiri daun kelor terdapat kandungan asam stearat, dan minyak atsiri daun kelor digunakan sebagai precursor sintesis vitamin E dan vitamin K (Fitriana, 2017)

Pengambilan minyak atsiri dapat dilakukan dengan metode konvensional dan non konvensional. Metode konvensional yang umum dilakukan adalah metode penyulingan air, uap maupun kukus serta ekstraksi dengan bahan kimia seperti ekstraksi *soxhlet*, enflurasi dan maserasi. Sedangkan untuk metode non konvensional yang telah dikembangkan saat ini adalah metode Ekstraksi berbantuan gelombang mikro, metode Ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik (EBU), dan metode *Supercritical Fluid Extration* (Zhao and Zhang, 2013; Gotama, Rahman and Anjarwadi, 2017). Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan bahan baku daun kelor yaitu ekstrak siminyak atsiri daun kelor dengan metode maserasi dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen 9,976 %, kemudian pada metode ekstraksi *soxhlet* dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen 11,406 % dan dengan pelarut air menghasilkan rendemen 9,3% (Kiswandono, 2011; Zhao and Zhang, 2013). Komponen utama minyak atsiri daun kelor adalah senyawa *phytol* 7,7 – 21,6% (Marrufo *et al.*, 2013), *hexacosane* 11,2 – 13, 9%, *pentacosane* 13,3 – 17,4%, dan *heptacosane* 11,4% (Chuang *et al.*, 2007; Marrufo *et al.*, 2013).

Belum ada kajian yang membahas pengambilan minyak atsiri dengan menggunakan ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik, maka sebab itu perlu adanya kajian lebih lanjut tentang pengambilan minyak atsiri dengan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik. Penelitian ini akan dikaji pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen dan karakteristik minyak atsiri daun kelor yang dihasilkan.

## Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat ekstraksi ultrasonik S 60 H Elmasonic, seperangkat alat distilasi, *rotary vacuum evaporator* heidolph laborata 4000 efficient, dan refraktometer Hanna Instruments HI96800

Bahan yang digunakan yaitu daun kelor kering dibeli di toko lokal yang berada di Surakarta, pelarut akuades dan etanol teknis yang di beli di toko kimia yang berada di Surakarta.

### Proses pengambilan minyak atsiri daun kelor

Daun kelor yang digunakan adalah daun kelor kering yang masih kondisi baik. Kemudian daun kelor kering di timbang sebanyak 40 g, dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan pelarut akuades atau etanol teknis sebanyak 300 mL. Selanjutnya labu leher tiga dimasukkan dalam bak ultrasonik dan ekstraksi minyak daun kelor dilakukan dalam waktu 90 menit. Hasil ekstraksi kemudian di saring dengan kertas saring untuk memisahkan ampas daun dengan pelarutnya, lalu campuran minyak dan pelarut di simpan dalam lemari pendingin selama satu malam. Setelah satu malam campuran minyak dan pelarut disaring kembali sebelum dilakukan pemisahan antara minyak dan pelarut, untuk pelarut akuades dipisahkan dengan distilasi vakum pada suhu 90-95°C dan untuk pelarut etanol menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 70-73°C. Selanjutnya lakukan analisa rendemen dan karakteristik minyak atsiri daun kelor yang telah didapatkan.

### Analisa minyak atsiri daun kelor

Analisa yang dilakukan sebagai parameter untuk mengetahui kualitas minyak adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik berupa warna dengan indra penglihatan, densitas menggunakan piknometer, dan indeks bias dengan refraktometer Hanna Instruments HI96800.
2. Rendemen yang diukur dengan menimbang berat minyak atsiri yang didapat terhadap berat bahan baku kemudian dikalikan 100%
3. Komponen dan komposisi minyak atsiri daun kelor menggunakan alat Gas Chromatography Mass Spectrometry GCMS-QP2010 SE.
4. Bilangan asam sesuai dengan ISO R 1242-1973E. Analisis bilangan asam yaitu timbang minyak daun kelor sebanyak 1,5-2,5 g dan ditambahkan 10 mL alkohol netral serta beberapa tetes indikator pp, kemudian di titrasi dengan KOH 0,1 N hingga berwarna merah muda. Bilangan asam dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{m_c \times NK \times B K}{g c} \quad (1)$$

5. Bilangan ester adalah kelanjutan dari bilangan asam sesuai dengan SNI No. 062385-1998. Ditambahkan 25 cc KOH beralkohol 0,5 N ke dalam contoh. Kemudian dipanaskan diatas penangas air selama 1-1,5 jam, didinginkan lalu dititrasi dengan HCl 0,5 N hingga warnanya berubah. Bilangan ester dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bilangan ester} = \frac{(b - c) \times NH \times B K}{g c} \quad (2)$$

## Hasil dan Pembahasan

### Warna minyak atsiri daun kelor

Hasil analisa dengan indra penglihatan pada warna minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades didapatkan warna coklat kehitaman dan warna minyak atsiri daun kelor dengan pelarut etanol didapatkan warna hijau kehitaman. Pelarut polar dapat mengekstraksi bahan non lemak seperti antioksidan, tokoferol dan pigmen (Thirugnanasambandham, 2017). Minyak yang diekstrak dengan pelarut akuades lebih berwarna kecoklatan mungkin disebabkan oleh komponen kimia yaitu senyawa *neral*, *geranial*, *-myrcene*, *sitronellal* terekstrak oleh pelarut karena senyawa tersebut memiliki ciri berwarna kuning hingga kecoklatan (Ariyani, Setiawan and Soetaredjo, 2008). Sedangkan warna minyak yang diekstraksi dengan pelarut etanol lebih berwarna hijau kehitaman karena terdapat zat warna berupa senyawa tanin dari daun yang terbawa saat proses berlangsung sehingga mempengaruhi warna dari minyak itu sendiri dan senyawa tanin bersifat mudah larut dalam pelarut organik (Makkar and Becker, 1996).

### Rendemen minyak atsiri daun kelor

Tabel 1. Menunjukkan data rendemen dan karakteristik minyak atsiri daun kelor. Rendemen daun kelor dengan pelarut akuades lebih besar dari minyak atsiri daun kelor dengan pelarut etanol. Dari hasil penelitian sebelumnya hasil rendemen minyak atsiri daun kelor dengan pelarut aquades menggunakan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik yaitu 13,1773% lebih besar di bandingkan dengan hasil rendemen minyak

atsiridaun kelor dengan pelarut air dengan metode ekstraksi soxhlet yaitu 9,3% (Zhao and Zhang, 2013). Selanjutnya dengan hasil rendemen minyak atsiri daun kelor dengan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik dengan pelarut etanol 10,7333% lebih rendah dibandingkan menggunakan pelarut metanol 59,15% (Thirugnanasambandham, 2017).

Perbedaan besarnya hasil rendemen dikarenakan setiap pelarut memiliki kepolaran yang berbeda-beda sehingga akan mempengaruhi banyaknya senyawa aktif yang terlarut dalam proses ekstraksi (Senja *et al.*, 2014). Tabel 1. menunjukkan bahwa rendemen yang paling tinggi adalah rendemen menggunakan pelarut akuades, sehingga kemungkinan besar senyawa aktif yang terdapat pada daun kelor lebih bersifat polar. Selain itu hasil rendemen ada hubungannya dengan banyaknya kandungan senyawa aktif dari suatu sampel sehingga apabila rendemen semakin banyak maka dapat disimpulkan juga kandungan senyawa aktifnya yang semakin banyak (Sayuti, 2017). Sehingga perbedaan metode dan pelarut berpengaruh terhadap hasil rendemen minyak atsiri daun kelor yang di dapatkan.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian Minyak Atsiri Daun Kelor

Jenis Pelarut	Rendemen (%w/w)	Indeks Bias (nD <sub>20</sub> )	Berat Jenis (g/mL)	Bilangan Asam	Bilangan Ester
Akuades	13,1733	1,3468	1,1856	2,8985	1,8700
Etanol	10,7333	1,3703	0,9660	1,2155	1,4025

#### Indeks bias minyak atsiri daun kelor

Indeks bias suatu zat merupakan perbandingan kecepatan cahaya dalam zat tersebut dengan kecepatan cahaya di udara (Priyono, Rudi and Rachmawati, 2018). Indeks bias digunakan untuk pegujian kemurnian minyak. Indeks bias akan meningkat pada minyak yang memiliki komponen penyusun dengan rantai karbon panjang dan juga terdapat sejumlah ikatan rangkap atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling, maka kerapatan medium minyak atsiri akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar dibiaskan. Kemudian semakin banyak kandungan airnya, maka semakin kecil nilai indeks biasnya, ini karena sifat dari air yang mudah untuk membiaskan cahaya yang datang (Ariyani, Setiawan and Soetaredjo, 2008). Semakin tinggi indeks bias menunjukkan minyak memiliki kualitas yang baik (Palafox *et al.*, 2012)

Dari hasil percobaan indeks bias pada suhu 20°C dapat di lihat pada Tabel 1. bahwa didapatkan nilai indeks bias yang berbeda yaitu indeks bias minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades 1,3468, lebih rendah dari indeks bias minyak atsiri daun kelor dengan pelarut etanol 1,3703. Saat ini belum ada standar mutu kualitas minyak atsiri daun kelor baik nasional Indonesia dan internasional, maka berpacu pada literature menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut etanol pada suhu 20°C didapatkan indeks bias sebesar 1,47146. Sehingga nilai indeks bias yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan indeks bias literatur, mungkin hal ini disebabkan oleh komponen bergugus oksigen dalam minyak atsiri yang terekstrak dengan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik lebih sedikit sehingga kerapatan minyak berkurang dan cahaya yang datang mudah dibiaskan. Minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang lebih besar mendekati kemurnian minyak atsiri (Ariyani, Setiawan and Soetaredjo, 2008).

#### Berat jenis minyak atsiri daun kelor

Berat jenis adalah salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Berat jenis minyak merupakan kumpulan berat molekul dari berbagai komponen penyusun suatu minyak atsiri dalam volume yang telah di tentukan. harga densitas berkaitan dengan fraksi berat komponen yang terdapat dalam minyak atsiri. Berat molekul senyawa berbanding lurus dengan densitas minyak. Semakin besar berat molekul suatu senyawa, maka akan menghasilkan densitas yang besar (Ariyani, Setiawan and Soetaredjo, 2008)

Nilai berat jenis minyak atsiri pada umumnya berkisar antara 0,696-1,188 tetapi pada umumnya nilai tersebut lebih kecil dari 1,000 (Supriono and Susanti, 2014). Berdasarkan hasil dari percobaan yang dapat dilihat pada Tabel 1, menunjukkan berat jenis minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades 1,1856 lebih besar dari berat jenis minyak atsiri daun kelor dengan pelarut etanol 0,9660, hal ini mengidentifikasi bahwa minyak atsiri dengan menggunakan pelarut akuades lebih banyak mengekstrak komponen kimia daun kelor dibandingkan dengan pelarut etanol sehingga berat jenis minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades menjadi besar (Makkar and Becker, 1996). Berdasarkan literatur, maka berat jenis minyak atsiri daun kelor yang didapatkan masih masuk dalam kisaran antara 0,6969-1,188. Pengaruh kenaikan densitas memberikan kecenderungan peningkatan kelarutan minyak atsiri. Pengaruh bahan baku, waktu dan pelarut berkorelasi positif pada berat jenis minyak, semakin tinggi berat jenis menunjukkan minyak memiliki kualitas yang baik (Pratiwi, Rachman and Hidayati, 2016).

### Bilangan asam dan bilangan ester minyak atsiri daun kelor

Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam bebas yang terkandung dalam minyak. Sebagian besar minyak atsiri mengandung sejumlah kecil asam bebas, dan jumlah asam bebas tersebut dinyatakan sebagai bilangan asam (Supriono and Susanti, 2014). Semakin tinggi bilangan asam mengindikasikan bahwa semakin banyak asam bebas yang terkandung didalam minyak atsiri. Bilangan asam yang tinggi juga dapat dipengaruhi oleh penyimpanan minyak atsiri hasil ekstraksi. Bilangan asam suatu minyak atsiri bertambah bila umur simpan minyak bertambah, terutama bila cara penyimpanan minyak kurang baik, proses seperti oksidasi aldehida dan hidrolisis ester akan menambah bilangan asam. Bilangan asam yang semakin tinggi mempengaruhi terhadap mutu minyak atsiri yaitu senyawa- senyawa asam tersebut dapat merubah bau khas dari minyak atsiri. Semakin tinggi nilai bilangan asam maka mutu minyak atsiri semakin rendah (Kristian *et al.*, 2016)

Bilangan ester adalah salah satu penentuan mutu minyak atsiri karena ester merupakan komponen yang berperan dalam menentukan aroma minyak. Ada beberapa minyak atsiri mengandung ester yang umumnya berbasah satu (RCOOR') dengan R dapat berupa radikal alifatik atau aromatik (Supriono and Susanti, 2014).

Berdasarkan hasil percobaan yang dapat dilihat pada Tabel 1, menunjukkan bahwa bilangan asam dan bilangan ester pada minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades yaitu 2,8985 dan 1,8700 lebih besar dibandingkan dengan bilangan asam dan bilangan ester pada minyak atsiri daun kelor dengan pelarut etanol yaitu 1,2155 dan 1,4025. Sedangkan, bilangan asam berdasarkan SNI maksimal adalah 5, dan bilangan ester maksimal adalah 10. Maka, dengan bilangan asam dan bilangan ester yang didapat dari kedua pelarut dapat menghasilkan minyak dengan mutu yang cukup baik (Hayani, 2005)

### Komponen dan komposisi minyak atsiri daun kelor

Minyak atsiri tersusun oleh berbagai komponen senyawa dengan titik didih yang berbeda beda. Komponen minyak atsiri pada umumnya dibagi menjadi dua golongan yaitu golongan hidrokarbon dan golongan hidrokarbon teroksigenasi. Golongan hidrokarbon teroksigenasi merupakan senyawa penting dalam minyak atsiri karena umumnya beraroma lebih wangi dan mempunyai kelarutan yang lebih tinggi dalam alkohol encer, serta lebih tahan dan stabil terhadap proses oksidasi dan resinifikasi. Sebaliknya senyawa hidrokarbon lebih mudah mengalami proses oksidasi dan resinifikasi dibawah pengaruh cahaya dan udara atau pada kondisi penyimpanan yang kurang baik, sehingga dapat merusak aroma dan menurunkan nilai kelarutan minyak (Kristian *et al.*, 2016). Dalam penelitian ini analisa komponen dan komposisi minyak atsiri daun kelor hasil ekstraksi dilakukan dengan metode gas kromatografi (GC-MS).

Tabel 2. menyajikan data yang diperoleh dari hasil uji GC-MS yaitu komposisi minyak atsiri yang diekstrak dengan pelarut akuades dan etanol. Ada dua komponen pada pelarut akuades dan ada tiga komponen pada pelarut etanol yang berhasil diidentifikasi. Ditunjukkan bahwa komposisi minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades komponen tertinggi adalah *phenymethyl ester* sebesar 30,20%. Selain *phenymethyl ester* juga terdapat beberapa komponen lainnya yaitu *cyclopentane*. Kemudian dengan pelarut etanol teridentifikasi bahwa komposisi tertinggi komponen dalam minyak atsiri daun kelor adalah *methyl ester* sebesar 64,16%. Selain *methyl ester* juga terdapat komponen lain seperti *xanthosine* dan *phytol*. Dibandingkan dengan penelitian minyak atsiri daun kelor sebelumnya dengan metode ekstraksi soxhlet dengan pelarut air terdapat komponen senyawa *phytol* dengan kandungan 7,7 – 21,6 % yang dapat digunakan sebagai prekursor sintesis vitamin E dan K1 dalam pabrik (Marrufo *et al.*, 2013; Fitriana, 2017), kemudian terdapat senyawa *hexacosane* dengan kandungan 11,2 – 13, 9%, *pentacosane* dengan kandungan 13,3 – 17,4%, dan *heptacosane* dengan kandungan 11,4% (Chuang *et al.*, 2007; Marrufo *et al.*, 2013).

Perbedaan jumlah komponen yang terdapat pada minyak atsiri dapat dipengaruhi oleh metode yang digunakan dan jenis pelarut yang berbeda karena kemampuan dari pelarut dalam melarutkan tiap tiap komponen yang ada pada daun kelor kering berbeda beda (Pratiwi, Rachman and Hidayati, 2016).

Tabel 2. Komponen dan Komposisi Minyak Atsiri Daun Kelor

No.	Komponen	RT (menit)	Luas Area Puncak (%)	
			Akuades	Etanol
1	Phenymethyl ester	1,687	30,20	-
2	Methyl ester	1,718	-	64,16
3	Cyclopentane	1,841	14,93	-
4	Xanthosine	9,406	-	16,97
5	Phytol	17,032	-	18,87

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mengambil minyak atsiri daun kelor. Perbedaan pelarut dapat mempengaruhi warna minyak atsiri daun kelor yang di dapatkan. Kemudian hasil rendemen, harga indeks bias, dan nilai berat jenis dipengaruhi oleh

perbedaan pelarut. Bilangan asam dan bilangan ester yang didapat masuk dalam standar mutu SNI. Selanjutnya ada dua komponen yang teridentifikasi pada minyak atsiri daun kelor dengan pelarut akuades dan tiga komponen yang teridentifikasi pada minyak atsiri daun kelor dengan pelarut etanol. Faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi seperti metode ekstraksi yang digunakan, asal bahan baku yang di gunakan, jenis pelarut, dan suhu ekstrasi.

#### DaftarPustaka

- Ariyani, F., Setiawan, L. E. and Soetaredjo, F. E. (2008) 'Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Tanaman Sereh Dengan Menggunakan Pelarut Metanol, Aseton, dan N-Heksana', *widya teknik*, 7(2), pp. 124–133.
- Chuang, P. *et al.* (2007) 'Anti-fungal activity of crude extracts and essential oil of Moringa oleifera Lam', 98, pp. 232–236.
- Erinda, R. (2009) 'Efek Minyak Atsiri dari Bawang Putih ( *Allium sativum* ) terhadap Kadar Albumin Plasma pada Tikus yang Diberi Diet Kuning Telur', pp. 1–51.
- Fitriana, W. D. (2017) 'Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri Pada Ekstrak Metanol Daun Kelor', 4(1), pp. 122–129.
- Gotama, B., Rahman, D. F. and Anjarwadi, A. F. (2017) 'Intensifikasi Proses Penyulingan Minyak Atsiri dari Daun Jeruk Purut dengan Metode Ultrasound following Microwave Assisted Extraction (US-MAE)', *Indonesian Journal of Essential Oil*, 2(1), pp. 29–37.
- Hayani, E. (2005) 'TEKNIK ANALISIS MUTU MINYAK NILAM', *Buletin Teknik Pertanian*, 10(1), pp. 20–22.
- Kiswando, A. A. (2011) 'PERBANDINGAN DUA EKSTRAKSI YANG BERBEDA PADA DAUN KELOR ( *Moringa oleifera* , lamk ) TERHADAP RENDEMEN EKSTRAK DAN SENYAWA BIOAKTIF YANG DIHASILKAN', *Universitas Prima Indonesia Medan*, 1(1), pp. 45–51.
- Kristian, J. *et al.* (2016) 'Pengaruh Lama Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Melati Putih Menggunakan Metode Ekstraksi Pelarut Menguap', *Jurnal Teknotan*, 10(2).
- Makkar, H. P. S. and Becker, K. (1996) 'Nutritional Value and Antinutritional Components of Whole and Ethanol Extracted Moringa oleifera Leaves', *Animal Feed Science and Technology*, 63(96), pp. 211–228.
- Marrufo, T. *et al.* (2013) 'Chemical composition and biological activity of the essential oil from leaves of Moringa oleifera Lam. cultivated in Mozambique', *Molecules*, 18(9), pp. 10989–11000.
- Palafox, J. O. *et al.* (2012) 'Extraction and Characterization of Oil from Moringa oleifera Using Supercritical CO<sub>2</sub> and Traditional Solvents', *American Journal of Analytical Chemistry*, 3, pp. 946–949.
- Pratiwi, L., Rachman, muhammad saifur and Hidayati, N. (2016) 'EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI BUNGA CENGKEH DENGAN PELARUT ETANOL DAN N-HEKSANA', *The 3rd Universty Research Colloquium 2016*, (issn 2407-9189), pp. 655–661.
- Priyono, K., Rudi, F. and Rachmawati, S. (2018) 'Pengambilan Minyak Atsiri dari Rimpang Jahe Merah menggunakan Metode Distilasi Uap dan Ekstrasi Air dengan Pemanas Microwave', *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, pp. 1–7.
- Ramdhan, S. A. T. M. Y. (2015) 'Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*)', *Buletin Pertanian Perkotaan*, 5(2), pp. 35–44.
- Sayuti, M. (2017) 'Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi, Bagian Dan Jenis Pelarut Terhadap Rendemen Dan Aktifitas Antioksidan Bambu Laut (*Isis Hippuris*)', *Technology Science and Engineering Journal*, 1(3).
- Senja, R. Y. *et al.* (2014) 'PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI DAN VARIASI PELARUT TERHADAP RENDEMEN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KUBIS UNGU (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra)', *Traditional Medicine Journal*, 19(1), pp. 2–3.
- Supriono and Susanti, T. A. (2014) 'Kualitas Minyak Atsiri Nilam dari Metode Pengecilan Ukuran Pada Penyulingan Tanaman Nilam ( *Pogostemom cablin* BENTH ).', *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, pp. 1–6.
- Thirugnanasambandham, K. (2017) 'Environmental Effects Ultrasound-assisted extraction of oil from Moringa oleifera Lam . seed using various solvents', *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. Taylor & Francis, 1(1).
- Zhao, S. and Zhang, D. (2013) 'Supercritical fluid extraction and characterisation of Moringa oleifera leaves oil', *Separation and Purification Technology*. Elsevier B.V., 118, pp. 497–502.